

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

第2791817号

(45)発行日 平成10年(1998) 8月27日

(24)登録日 平成10年(1998) 6月19日

(51)Int.Cl.<sup>9</sup>

H 0 1 F 27/24

識別記号

F I

H 0 1 F 27/24

H

請求項の数 5 (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平2-48830

(22)出願日 平成2年(1990) 2月27日

(65)公開番号 特開平2-290005

(43)公開日 平成2年(1990)11月29日

審査請求日 平成6年(1994) 9月7日

(31)優先権主張番号 特願平1-45889

(32)優先日 平1(1989) 2月27日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(73)特許権者 999999999

ティーディーケイ株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72)発明者 伊藤 信一郎

東京都中央区日本橋1丁目13番1号 テ

ィーディーケイ株式会社内

(72)発明者 木下 幸治

東京都中央区日本橋1丁目13番1号 テ

ィーディーケイ株式会社内

(74)代理人 弁理士 三澤 正義

審査官 朽名 一夫

(56)参考文献 特開 昭55-107215 (J P, A)

実開 昭60-25127 (J P, U)

実開 昭47-1643 (J P, U)

実開 昭58-8926 (J P, U)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 コイル装置

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】磁路を形成する磁心の一部にギャップを有し、このギャップを包含するように前記ギャップを形成する相対向する磁心間に巻回されたコイルとを有するコイル装置において;

前記ギャップを形成する相対向している磁心のそれぞれは前記磁心の先端部を基端部から先端部の中心に向かって狭くなるようなテーパ状に形成されており、このテーパは下式で表現されるLOG曲線となっていることを特徴とするコイル装置。

$\gamma_s - \gamma = x_g l_n (x_s / x)$

$x_g$ :ギャップ中心からコア先端部迄の距離

$x_s$ :ギャップ中心からコア基端部迄の距離

$x$ :座標原点から $x$ 軸に沿った距離

$\gamma_s$ :コア基端部の半径

2

$\gamma$ : $x$ 位置に対応する $x$ 座標でのコアの半径

【請求項2】前記先端部には、平坦面を有する部材が形成されている請求項1記載のコイル装置。

【請求項3】前記先端部の端面に突起部が形成されている請求項1記載のコイル装置。

【請求項4】前記磁心は2個の断面E字型磁心の脚部を突き合せたものであり、その中央脚部の突き合せ面にギャップが設けられ、このギャップを包含するようにコイルが巻回されている請求項1記載のコイル装置。

10 【請求項5】前記磁心は2個の断面U字型磁心の脚部を突き合せたものであり、その一方の脚部の突き合せ面にギャップが設けられ、このギャップを包含するようにコイルが巻回されている請求項1記載のコイル装置。

【発明の詳細な説明】

[発明の目的]

## (産業上の利用分野)

本発明は、フライバックトランス、スイッチング電源用トランス、チョークコイル等に用いるコイル装置の改良に関し特にギャップを有する磁心を用いたコイル装置の改良に関する。

## (従来技術)

従来、トランス、チョークコイル等では目的の電流を流した際に磁心が飽和しないように磁路内にギャップを設けている。例えばフェライト磁心の場合の透明率 $\mu$ は5000程度であるがこれをトランス用磁心として使用する際にはギャップを設けて実効透磁率 $\mu$ を50乃至300として用いている。

このことは、もともと磁気抵抗の小さなフェライト磁心の中に大きな磁気抵抗をもつギャップを入れなくてはならないことを意味しており、ギャップ周辺で大きな漏洩磁束が発生する。

この漏洩磁束は少なくとも下記の如く2つの悪影響を及ぼすことが知られている。

①磁気誘導に影響され易い周辺機器（部品）へのノイズの発生。

②ギャップを包囲するようにコイルが巻回されている場合漏洩磁束によりギャップ周辺のコイルが異常発熱する。

という問題点があり、これらに関しては種々の改良案が検討されている。

例えば上記①の問題点を解決するために、ギャップをコイルの内だけに設ける方法が知られているがこの方法だけでは上記②の問題点がさらに大きくなってしまう。

上記②については、特開昭55-77115号、実開昭57-130402号公報に示されているように、コイル中に位置するギャップを磁氣的に直列かつ複数に分割し漏洩磁束の集中を分散させようという例もあり、また、上記①、②の問題点を解決するものとして実公昭53-53850号、実公昭60-7448号公報があり、これらはギャップ充填材として比透磁率が空気よりも大きいもの（1以上）を使用してギャップ部での磁気抵抗を小さくし漏洩磁束を減少させようとしている。

## (発明が解決しようとする課題)

上記のように比透磁率が空気より大きい材質（1以上）をギャップとしてコイルの内側に設けた場合には、①、②の問題点ともある程度改良できる可能性がある。

しかしながら、その場合においても、

I. ギャップと磁心の境界部に漏洩磁束が集中する。

II. ギャップ材として適当な透磁率を持ちしかも磁心に匹敵する程の高飽和磁束密度、低磁心損失特性を持つ磁性体の入手が困難で有る。

等のために、ギャップと磁心の境界部上のコイルが異常発熱する、ギャップ材の磁心損失によりギャップ部が異常発熱する、ギャップを入れた磁心のB-H曲線が非線形に成りトランスとして使用した場合波形が歪むと言う

新たな問題を生じてしまい、より効果的な改良案は得られていないのが現状である。

上述したような従来の改良案では、いずれもエアギャップではなく他のギャップ材のギャップを設ける、あるいは複数に分割するなどの複雑な構造に成っているにもかかわらず、ギャップ周辺で大きな漏洩磁束が発生することを十分に減少できないため、コストが増加する、信頼性が低下するという問題点を生じてしまう。

本発明は上記問題点を解決し、周辺機器（部品）へのノイズの影響を少なくし、ギャップ周辺で生ずる漏洩磁束を減少させ、もってギャップ周辺のコイルが異常発熱を起すのを防止でき、また、コストが安く、かつ、信頼性が向上するコイル装置を提供することを目的とする。

## [発明の構成]

## (課題を解決するための手段)

本発明は、磁路を形成する磁心の一部にギャップを有し、このギャップを包含するように前記ギャップを形成する相対向する磁心間に巻回されたコイルとを有するコイル装置において；

前記ギャップを形成する相対向している磁心のそれぞれは前記磁心の先端部を基端部から先端部の中心に向かって狭くなるようなテーパ状に形成されており、このテーパは下式で表現されるLOG曲線となっていることを特徴とするコイル装置。

$$y_s - y = x_g \ln (x_s / x)$$

$x_g$  : ギャップ中心からコア先端部迄の距離

$x_s$  : ギャップ中心からコア基端部迄の距離

$x$  : 座標原点からx軸に沿った距離

$y_s$  : コア基端部の半径

$y$  : x位置に対応するx座標でのコアの半径

## (作用)

本発明は、ギャップを形成して相対向している磁心のそれぞれの先端部を、それぞれの基端部から先端部中心に向って狭くなるようなテーパ状に形成され、このテーパがLOG曲線となっているという構成を採用しているので以下の様な作用効果が得られる。

基端部から先端部に向ってテーパ状に狭くなっている部分を包含するようにコイルを巻回すると、コイルとギャップが形成されている部分との間に大きな隙間（空間部）が出来ることになる。この結果、コイルに鎖交する磁束を減らすことができ、コイルの渦電流を低減し、コイルの発熱を抑えることができる。

また、テーパ部をLOG関数曲線とすることにより、テーパの基端部、中間部、先端部の磁束密度を全て一定にすることができるので、部分的に磁束を飽和させることはない。従って、特性を劣化させずにコイルの発熱を防止することができる。

## (実施例)

本発明による一実施例を図面を参照して説明する。

ここで、本願発明者らが種々の実験を試みて好適実施

10

20

30

40

50

例を見い出した経緯に従って順次説明する。

第 1 図はコイル装置の一実施例概略図、第 2 図は従来のコイル装置に用いられる磁心のギャップ部の形状を説明するための概略図、第 3 図乃至第 7 図はそれぞれ前記第 1 図のコイル装置に用いられる磁心のギャップ部分の形状を説明するための概略図、第 8 図は前記第 2 図のギャップ形状の磁心を用いた従来のコイル装置の B-H 曲線、第 9 図乃至第 13 図はそれぞれ前記第 3 図乃至第 7 図に示したギャップ形状の磁心を用いたコイル装置の B-H 曲線、第 14 図は本発明コイル装置の各部の温度を測定する方法を説明するための図、第 15 図乃至第 22 図はそれぞれコイル装置に用いられる磁心のギャップ形状の各種の実験例を示す概略図、第 23 図乃至第 25 図は本発明コイル装置の好適実施例を示す概略図、第 26 図乃至第 30 図はコイル装置に用いられる磁心の具体的形状を示す斜視図である。

第 1 図に示すコイル装置 1 は 2 つの断面 E 字型磁心 2、3 の先端同士を突き合せて成り、中央脚部 2a、3a の突き合せ面にギャップ 5 を形成し、その上にコイル 4 を巻回して構成されている。

前記断面 E 字型磁心としては、第 26 図乃至第 28 図に示すものが使用されている。つまり第 26 図に示すものは角形磁心を E 字型にし、中央脚部を円柱状としたものであり、第 27 図に示すものはポット型コアと呼ばれているものであり、有底筒状体の中央に円柱状の脚部を形成したものであり、第 28 図に示すものは前記第 27 図に示すポット型コアの筒状部のに一部を切り欠いたものである。いずれも断面は E 字型になる。尚、実際のものはこの形状のものをそれぞれペアで組合わせた状態で中央脚部にコイルを巻くものであるが、上記各図は片側のコアのみを示した。またこれらはフェライト材でできている。

次に、図面を参照して従来例と各実験例との構成の比較と特性比較について説明する。

第 2 図乃至第 7 図には、前記第 1 図のコイル装置に適用される磁心のギャップ部分の形状が示され、この磁心の対向端部のギャップ幅は全て磁心の実効透磁率が等しくなるように形成されている。また、第 2 図に示す従来コイル装置の磁心の対向端部 2b<sub>1</sub>、3b<sub>1</sub> は円柱状に形成されておりその断面積は変化していない。またギャップ幅は 3mm である。

第 3 図、第 4 図、第 5 図に示す実験例における磁心の対向端部 2b<sub>2</sub>、3b<sub>2</sub> の形状は、対向面 2c、3c に向かってテーパ部 2d、3d が形成されることによって断面積を減少するように形成され、かつ実効透磁率  $\mu$  が等しくなるようにギャップ 5 の幅がそれぞれ第 3 図では 2.5mm、第 4 図では 2.0mm、第 5 図では 1.8mm に形成されている。また第 6 図に示す対向端部 2b<sub>3</sub>、3b<sub>3</sub> は段差凸部 2e、3e により断面積を減少するように形成され、第 7 図に示す対向端部 2b<sub>4</sub>、3b<sub>4</sub> は断面積を減少するように形成されかつ磁心と同一材質の磁心材料 5a が透過率  $\mu$  に影響を与えないギャップ

充填材（図示しない）に挟まれて挿入されている。

第 8 図に、第 2 図に示す形状の磁心を用いた従来のコイル装置の B-H 曲線を示し、第 9 図乃至第 13 図に前記第 3 図乃至第 7 図に示す形状の磁心を用いたコイル装置の B-H 曲線を示す。これらを比較すると、飽和磁束密度 B<sub>m</sub> は第 8 図に示す従来の対向端部の形状の飽和磁束密度は 5510Gs であり、第 9 図、第 10 図、第 11 図、第 12 図、第 13 図に示す磁心形状を用いたコイル装置の飽和磁束密度はそれぞれ 5480、5400、5200、5330、5400Gs であり後者のものは第 8 図のものより若干低いものの、その直線性は変化しないことが判る。

第 14 図に示す試験装置 6 によるそれぞれの対向端部の形状を形成した前記コイル装置 1 のコイル中央部 X、コイル端部 Y、コア部 Z、周囲 W の温度測定結果（試験条件：周波数 100KHz、0.8A、正弦波、環境温度 40℃）を表 1 に示す（表中形状 a 乃至 f は第 2 図乃至第 7 図の磁心形状に対応する）。

表 1  
(℃)

形状	X	Y	Z	W
	コイル中央部	コイル端部	コア部	周囲
(a)	101.5	81.0	67.5	51.0
(b)	98.5	78.0	66.0	48.5
(c)	89.5	73.5	62.0	47.5
(d)	81.5	69.5	58.0	46.5
(e)	85.5	69.0	57.5	45.5
(f)	82.0	70.5	58.5	45.5

表 1 に示すように従来の形状第 2 図に比べて、実験例の形状第 3 図乃至第 7 図では、コイル中央部 X の温度が 5 乃至 20℃、コイル端部 Y の温度が 3 乃至 12℃、コア部 Z の温度が 1.5 乃至 10℃、周囲 W の温度が 2.5 乃至 5.5℃低下している。また、第 7 図に示した形状においては比較的高い飽和磁束密度を保ち各部の温度が低下しているが、これは磁心と同一材質の磁心材料 5a を挿入したためによると判断できる。

以上の結果と、加工の容易性、製造コスト上の面から判断すれば、実験例のものが従来のものより優れており、実験例中では第 5 図（表 1 中の (d)）に示した形状のものが最良であると判断できる。

以上詳述した実験例によれば、構造が簡単で B-H 曲線の直線性が良好で、漏洩磁束によるギャップ周辺のコイルの異常発熱を防止できることが理解されるであろう。

本願発明者らは他の形状について種々の実験を行った。

第 15 図に示すような湾曲形状、第 16 図に示すように曲面により断面積を対向面に向かって減少させる形状、第

17図に示すような楕円形状、第18図に示すような尖頭形状、第19図に示すような両端を切り欠いた形状、第20図に示すような両端を切り取った形状、第21図に示すような円錐台の上面を四角形に形成した形状、第22図に示すような四角錐台状にした形状であっても同様の効果が得られた。

以上の各実験例において、ギャップを形成する領域の相対向する磁心部分の基端部に対する先端部の横方向断面積の比率が1乃至90%の範囲内であれば、同等の効果をj得ることができることが分かった。

そして、上記各実験を繰り返した結果、最後に第23図のように磁心10a, 10bの先端部形状をLOG関数で与えられる曲線形状とすれば、これをコイル装置に適用した場合、さらに特性が向上することを見出した。このような先端部形状は、次式のLOG関数で表現される。

$$rs - r = xgl \ln (xs / x)$$

上式において各符号は第23図に明示されているように次のようになっている。

$x_g$  : ギャップ中心からコア先端部迄の距離

$x_s$  : ギャップ中心からコア基端部迄の距離

$x$  : 座標原点から  $x$  軸に沿った距離

$r_s$  : コア基端部の半径

$r$  :  $x$ 位置に対応する  $x$ 座標でのコアの半径

また、第24図に示すように磁心11a, 11bの各先端に平坦面を有する部材を設ける構成とすれば、相互間のギャップを調整するとき、この平坦面を部分的に平行に削るようにしても先端面の面積が変わることがないのできわめて便利であることも見出した。

また第25図に示すように磁心13a, 13bに先端部の両端面に突起14, 14を形成しておけば、ギャップ間の磁束密度を均一にすることができ、またコイルに交差する漏洩磁束を低減させることができるので、さらに温度上昇を低減させることが可能であることも見出した。

従って、本発明における好適な実施例は、第23図乃至第25図に示す磁心形状を用いたものであるといえる。

つまり、第1図に示した装置のギャップ部分を形成する磁心2a, 3aの先端がLOG曲線として形成され、これを第26図乃至第28図の磁心に適用していることになる。

前述の第26図乃至第28図の適用例の他に第29図、第30図に示す適用例を挙げることができる。

第29図及び第30図はそれぞれコイル装置に用いられる断面U字型磁心を示す斜視図である。

第29図に示す磁心23は、角形磁心をU字型にし、一方の脚部23aを円柱状としたものであり、第30図に示す磁心33は、角形磁心をU字型にしたものを並列に連結し、一つの脚部33aを円柱状としたものである。いずれも断面はU字型になる。尚、実際のものはこの形状のものを

それぞれペアで組合わせた状態で円柱状の脚部にコイルを巻くものであるが、上記各図は片側のコアのみを示した。またこれらはフェライト材でできている。

本発明は上記実施例に限定されず種々の変形実施が可能である。例えばギャップには透磁率 $\mu$ に影響を与えないギャップ充填材を挿入してもよく、また中央脚部以外の他の脚部にギャップを設けてもよく、また、上述した種々のギャップ形状は、上記以外の形状を有した断面E字型及び断面U字型磁心の脚部に適用しても変形実施可能である。さらにまた上記実施例に示した脚部以外の脚部にもギャップを有した装置に適用してもよく、また複数の脚部にコイルを巻回した装置に適用しても良い。

さらに、前記磁心は1個の断面E字型磁心と、1個または複数の断面I字型磁心の脚部を突き合わせたものでもよく、さらにまた前記磁心は1個の断面U字型磁心と、1個または複数の断面I字型磁心の脚部を突き合わせたものであっても変形実施可能である。

【発明の効果】

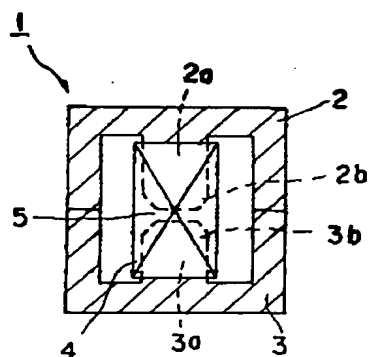
上記の様に本発明によれば、周辺機器（部品）へのノイズの影響を少なくし、ギャップ周辺で生ずる漏洩磁束を減少させ、もってギャップ周辺のコイルが異常発熱を起すのを防止でき、また、コストが安く、かつ、信頼性が向上するコイル装置を提供することが出来る。

【図面の簡単な説明】

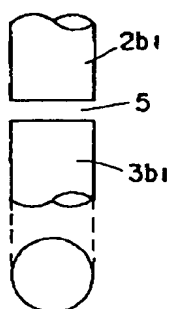
第1図は本発明コイル装置の一実施例概略図、第2図は従来のコイル装置に用いられる磁心のギャップ部の形状を説明するための概略図、第3図乃至第7図はそれぞれ実験例のコイル装置に用いられる磁心のギャップ部分の形状を説明するための概略図、第8図は第2図のギャップ形状の磁心を用いた従来のコイル装置のB-H曲線、第9図乃至第13図はそれぞれ第3図乃至第7図に示したギャップ形状の磁心を用いたコイル装置のB-H曲線、第14図は実験例のコイル装置の各部の温度を測定する方法を説明するための図、第15図乃至第22図はそれぞれ各実験例に用いられる磁心のギャップ形状の各種の変形例を示す概略図、第23図乃至第25図は本発明の実施例に用いられる磁心の形状を示す概略図、第26図乃至第28図は本発明のコイル装置に用いられる断面E字型磁心の具体例を示す斜視図、第29図及び第30図はそれぞれ本発明コイル装置に用いられる断面U字型磁心を示す斜視図である。

1……コイル装置、2, 3……磁心、2a, 3a……中央脚部、2b (2b1, 2b2, 2b3, 2b4), 3b (3b1, 3b2, 3b3, 3b4)……対向端部、2c, 3c……対向面、2d, 3d……テーパ部、2e, 3e……段差凸部、4……コイル、5……エアギャップ。

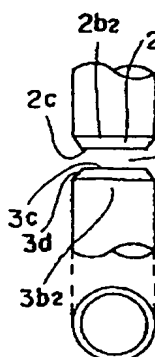
【第 1 图】



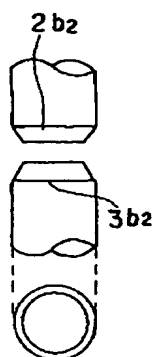
【第 2 图】



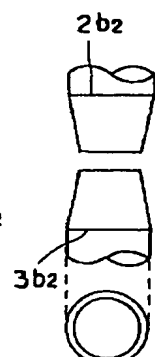
【第 3 图】



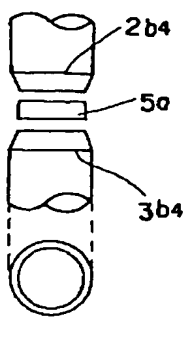
【第 4 图】



【第 5 图】

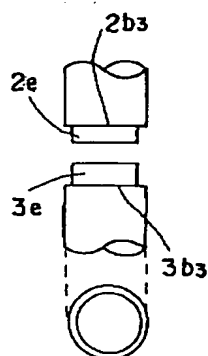


【第 7 图】

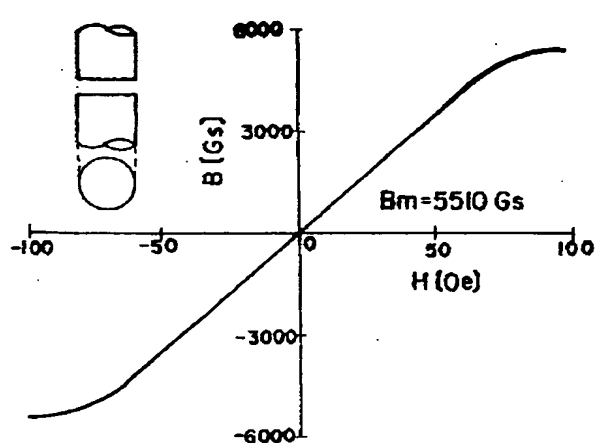


【第 17 图】

【第 6 图】

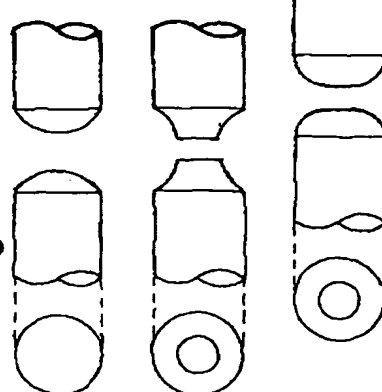


【第 8 图】

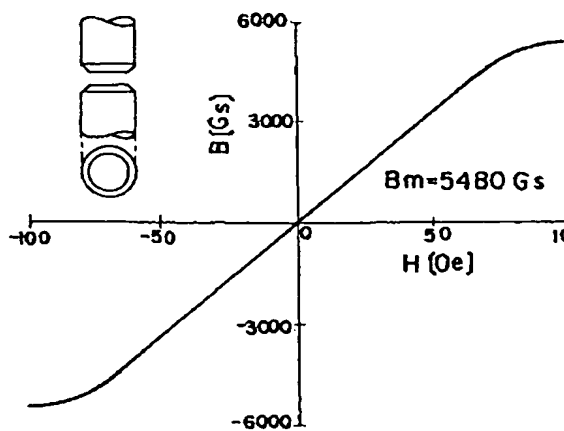


【第 15 图】

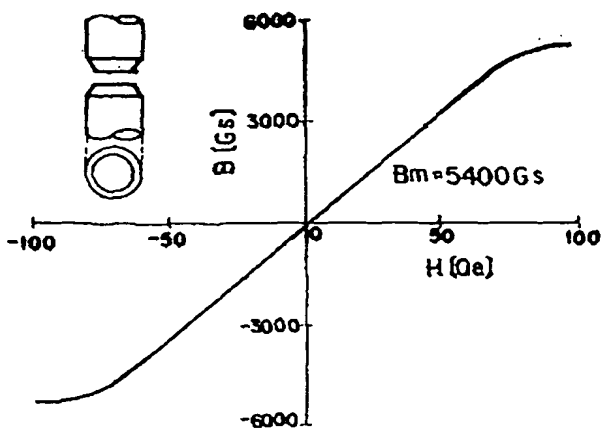
【第 16 图】



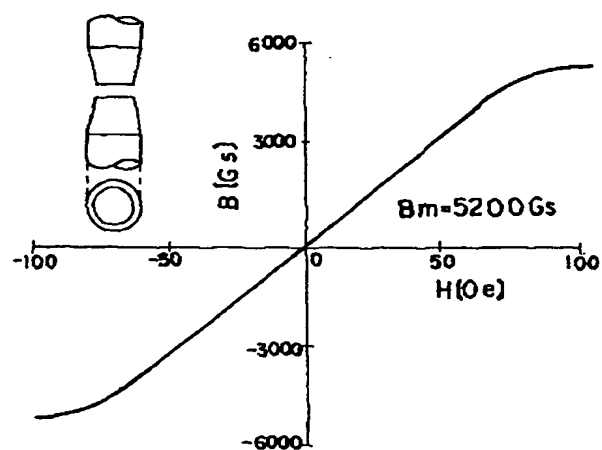
【第 9 图】



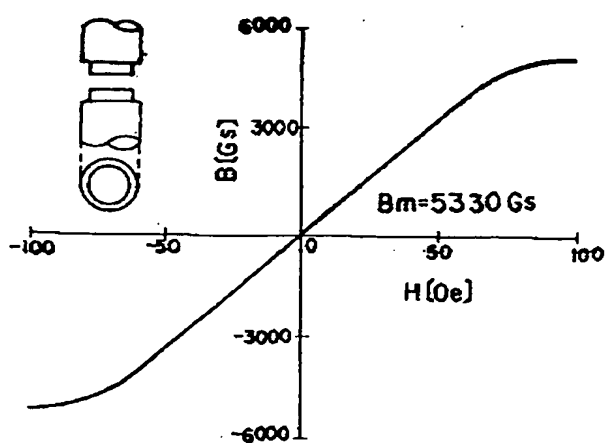
【第 10 图】



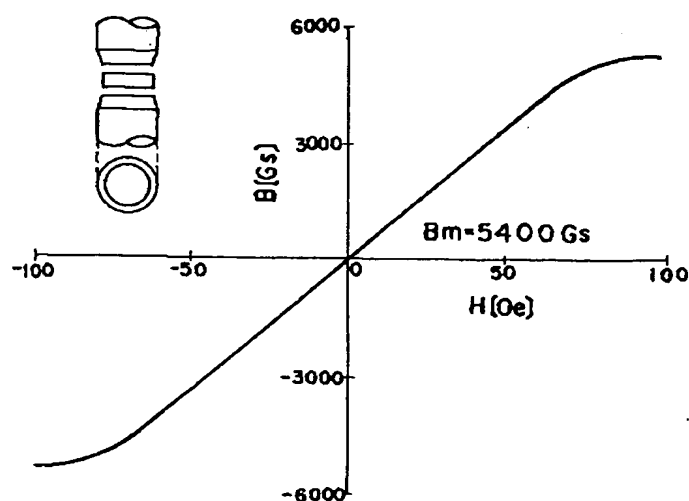
【第11图】



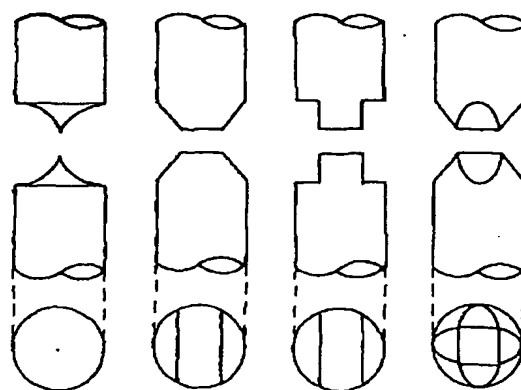
【第12图】



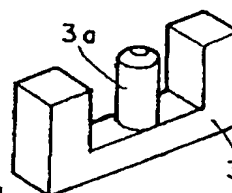
【第13图】



【第18图】 【第19图】 【第20图】 【第21图】



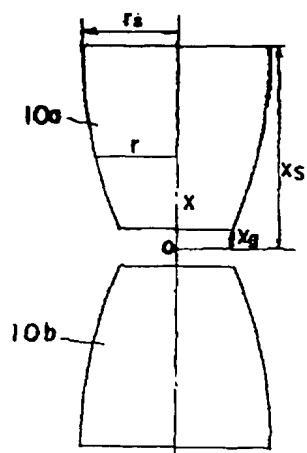
【第26图】



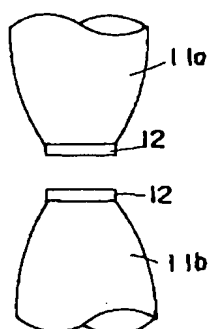
【第22图】



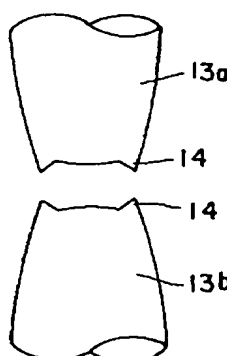
【第23图】



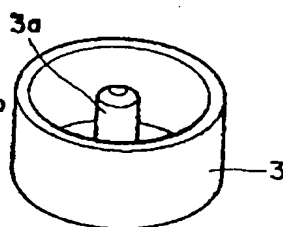
【第24图】



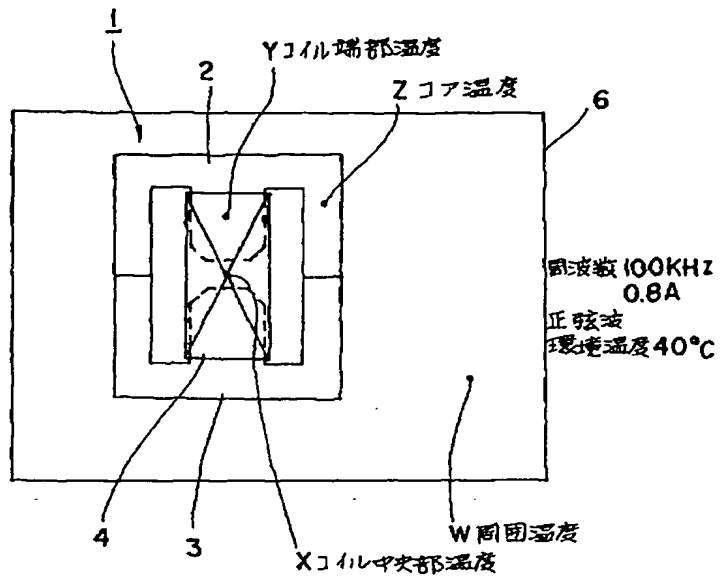
【第25图】



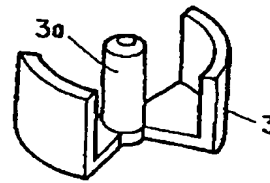
【第27图】



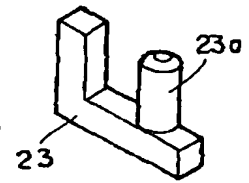
【第14図】



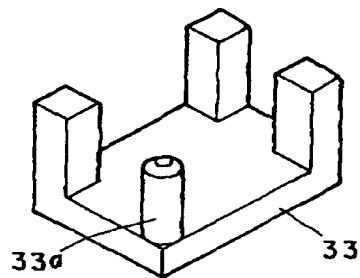
【第28図】



【第29図】



【第30図】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>6</sup>, DB名)  
H01F 27/24 - 27/26